

I-133

鋼桁支承ソールプレート部の疲労に着目した実橋応力測定結果の分析

建設省土木研究所 正員 西川 和廣
 同 正員 村越 潤
 パソニックコンサルタンツ ㈱ 正員○広瀬 隆宏

1. まえがき 鋼I桁、箱桁橋の支承ソールプレート溶接部において疲労損傷事例が報告されている(図-1)。これらの疲労損傷の原因、損傷橋梁の補修方法および新設橋への対応策を明らかにしていくための一検討として実橋においてソールプレート周辺部の応力測定を実施した。以下に主な結果について報告する。

2. 応力測定の概要 測定橋梁は土木研究所内の試験橋であり現行の標準設計に基づいて設計された単純合成1桁である。図-2に試験橋の断面図を示す。床版厚21cm、支間長30m、主桁間隔2.6m、桁端部の下フランジ厚10mm(G2桁)である。ソールプレートは長さ390mm、厚さ22mmであり、支承の種類は高力黄銅板支承板支承(回転半径180mm)である。総重量約40tonf(舗6.6tf+中16.9tf+機17.5tf)の3軸の荷重車を用いて静的および動的载荷を行った。計測位置は主にG2桁の可動支承側のソールプレート前面およびウエブ溶接部近傍である。支承条件は「正常」および「拘束」の2ケースに変えている。ここでは便宜上支承に何も手を加えないそのままの状態を「正常」、治具を用いて全支承の回転および移動を妨げるようにした状態を「拘束」(実際には必ずしも完全に桁端の動きが拘束されているわけではない)と呼ぶこととする。

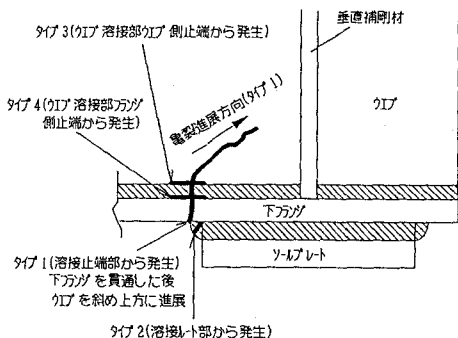


図-1 亀裂の種類と進展方向

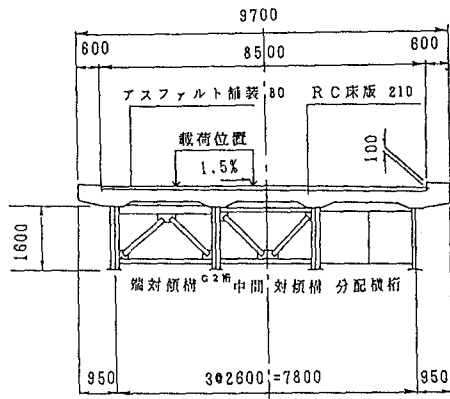


図-2 試験橋断面図

3. 測定結果と考察

(1) 静的载荷時の桁端ソールプレート周辺部の応力分布

図-3に支間長の1/4点(中輪が可動支承線から1/4支間長の位置)に载荷した時のG2桁可動支承側のソールプレート前面橋軸方向(フランジ中心から軸方向に40mmの位置)の応力分布を示す。ひずみゲージは下フランジの上下両面に貼付しており、図中(b)には面内応力(上面と下面の平均値)、板曲げ応力(上面と下面の差の1/2)の2成分を示している。

支承条件が「正常」と「拘束」時の応力分布は類似しており、ともにソールプレート前面から70mm程度の範囲で下フランジが面外に曲げられている。また下フランジ下面では圧縮応力が作用しており、面内応力成分も圧縮であることがわかる。下フランジ下面の応力(絶対値)は溶接止端部に近いほど大きく、止端部から2mmの位置では「拘束」時で -1002 kg/cm^2 であり、「正常」時(-494 kg/cm^2)に対し約2.0倍となっている。また、「拘束」時について面内応力成分は -353 kg/cm^2 、板曲げ応力成分は -649 kg/cm^2 であり、板曲げ応力成分の方が卓越している。これに対し主桁支間中央下フランジの応力は「正常」、「拘束」時とも変わらない。このように支承の機能が低下しても主構造としての主桁の耐荷力上の問題は生じないと考えられるが、「拘束」状態になると疲労損傷事例の報告されているソールプレート近傍の局部応力には大きな影響を与えることが確認された。

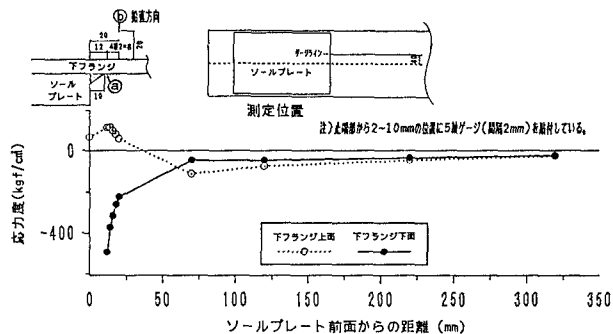
(2) 動的载荷時の応力波形

図-4に荷重車を約20km/hの一定速度で走行させた時のG2桁のソールプレート前面およびウエブ溶接部における応力波形を示す。破線は静的载荷試験結果をプロットしたものである。動的载荷時の波形には主桁の

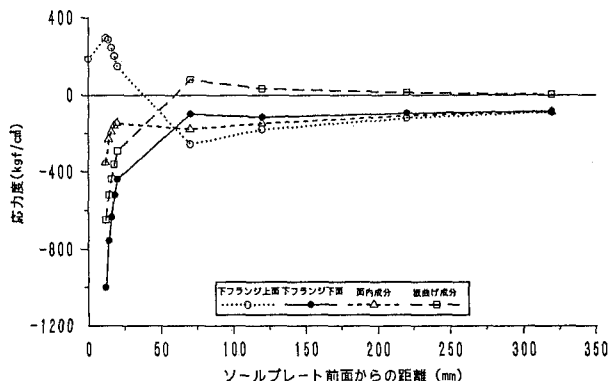
振動の影響が含まれており、「拘束」時の応力の最大値(絶対値)はソールプレート前面で -1379kgf/cm^2 であり、静的荷重時(-1002kgf/cm^2)の約1.4倍、ウェブ溶接部で -781kgf/cm^2 であり静的荷重時(-607kgf/cm^2)の約1.3倍となっている。これらの最大値は荷重車を支間中央でなく桁端付近に荷重させた場合に生じている。

以上の測定結果は40tonf車を動的荷重した場合の値であり、また止端部から2mmの位置での測定値であり溶接形状による応力集中の影響を受けていることも考えられるが、支承の拘束条件が厳しくなればソールプレート溶接部に今回の測定値よりも高い応力が生じる可能性も考えられる。大型車の走行頻度を考慮して疲労損傷発生の有無を検討する必要があると考えられる。また支承も含めてソールプレート溶接部に応力集中を起こさない構造の検討も必要と考えられる。

4. あとがき 今回の実橋応力測定のために、鋼桁供試体の静的荷重試験およびFEM解析を実施しており、それらの成果を総合して損傷原因、補修工法および疲労に配慮した細部構造を明らかにしていく予定である。なお本検討を進めるにあたり(社)日本道路協会 鋼橋小委員会 鋼橋の疲労の検討WG(主査:三木千寿 東京工業大学教授)のメンバーの方々から貴重なご意見、ご助言を頂いた。ここに感謝致します。



(a) 支承が「正常」の場合



(b) 支承が「拘束」の場合

図-3 ソールプレート前面部の応力分布

鋼桁供試体の静的荷重試験およびFEM解析を実施しており、それらの成果を総合して損傷原因、補修工法および疲労に配慮した細部構造を明らかにしていく予定である。なお本検討を進めるにあたり(社)日本道路協会 鋼橋小委員会 鋼橋の疲労の検討WG(主査:三木千寿 東京工業大学教授)のメンバーの方々から貴重なご意見、ご助言を頂いた。ここに感謝致します。

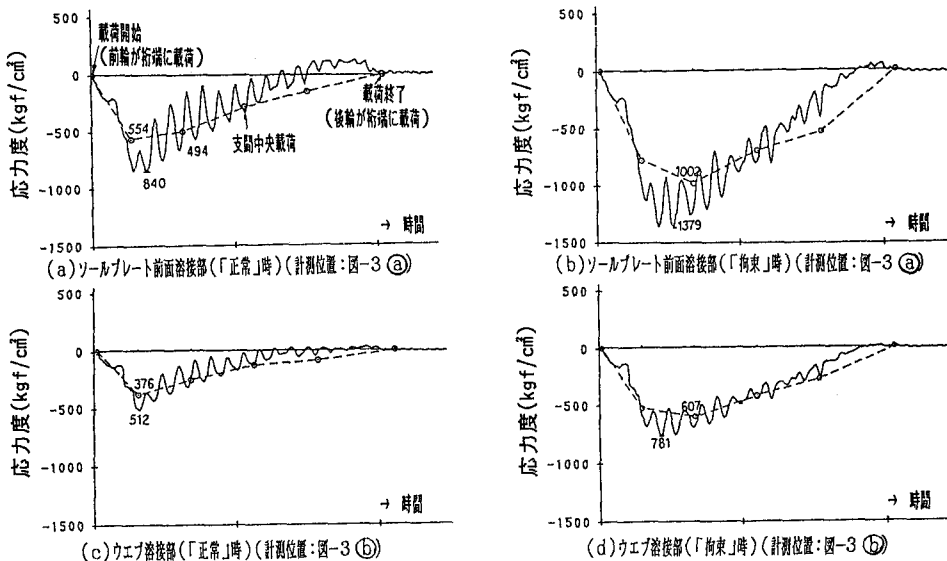


図-4 動的荷重時における応力波形